

INFORME DE RESULTADOS

Intervención 7201_02 Actividades de demostración e información

Título operación: DEMOSTRACIÓN DE LA TÉCNICA DE ACUAPONÍA: ASOCIACIÓN DE ACUICULTURA MAS HIDROPONÍA

Código operación: TP0224T002

Solicitante: CIFEA Torre-Pacheco

Ubicación/CDA: Torre-Pacheco

Coordinación: Plácido Varó

Técnicos: Ricardo Gálvez, Mercedes Lozano, Fulgencio Sánchez, Pedro Antonio Martínez, José Méndez

Colaboran (*): Tilamur, Global Aqua Consulting, Auxprotec, Syngenta Seeds

Periodo de ejección ():** 01/07/2024 – 31/12/2024

() Empresas u organismos públicos que colaboran técnicamente en la ejecución.*

*(**) Duración de la actuación (años) indicando las fechas inicio y fin previstas.*



1. RESUMEN.

La Acuaponía consiste en combinar el cultivo de peces con el cultivo de plantas en hidropónico aprovechando las sinergias de ambos sistemas para lograr una optimización de los recursos de ambas producciones, limitando los desechos. En el CIFEA de Torre-Pacheco se vienen desarrollando varios proyectos de acuaponía desde hace varios años, durante los cuales se han ido implementando mejoras tecnológicas y ampliaciones que han permitido alcanzar actualmente elevados niveles de producción de peces y de plantas.

En 2024, los objetivos alcanzados con esta operación han sido el mantenimiento de la cría de tilapia, dentro de los valores óptimos de producción comercial, y con reproducción propia; y la evaluación de nuevas especies y variedades de plantas que se adaptadas a las condiciones de la acuaponía, y en marcos de plantación de alta densidad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Características generales

La acuaponía es una técnica en la que el agua residual de la acuicultura sufre transformaciones microbianas para ser utilizada como fuente de nutrientes para el crecimiento de las plantas, mientras que la absorción de nutrientes de las plantas mejora los parámetros de calidad del agua para los peces. La técnica permite criar peces y plantas a alta densidad al mismo tiempo, haciendo más eficiente el uso de agua a través de parámetros adecuados dentro del sistema y se produciendo vegetales de manera orgánica y rentable. (Imagen 1)

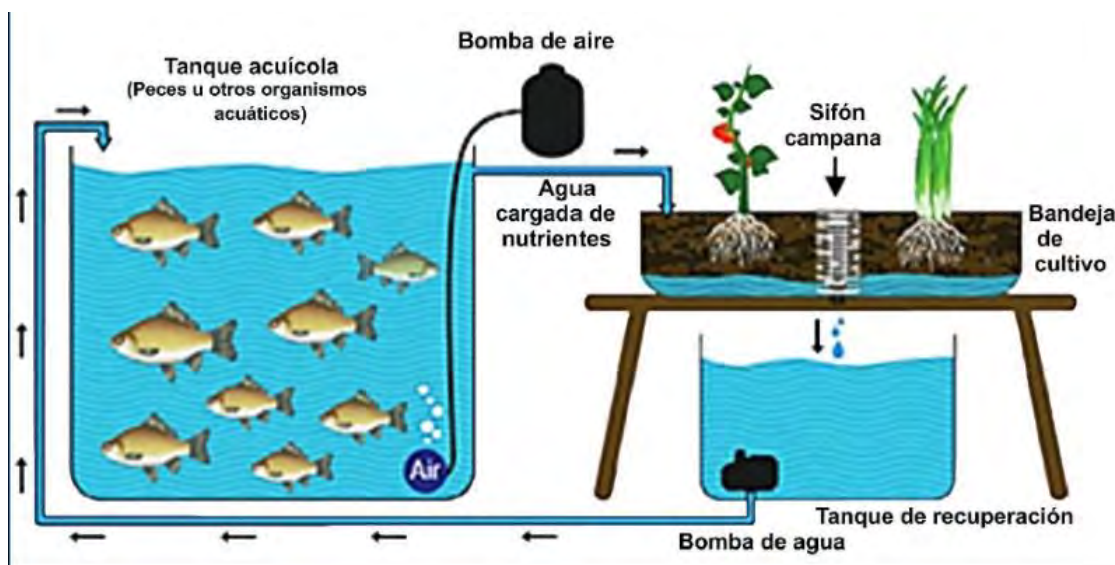


Imagen 1. Esquema instalación de acuaponía



2.2. Parcela demostración.

Se ha contado con dos plantas de acuaponía: Planta 1 y Planta 2. Ambas se ubican en una zona protegida con techo de policarbonato y los laterales de malla, en una superficie de 590 m² (Imagen 2).

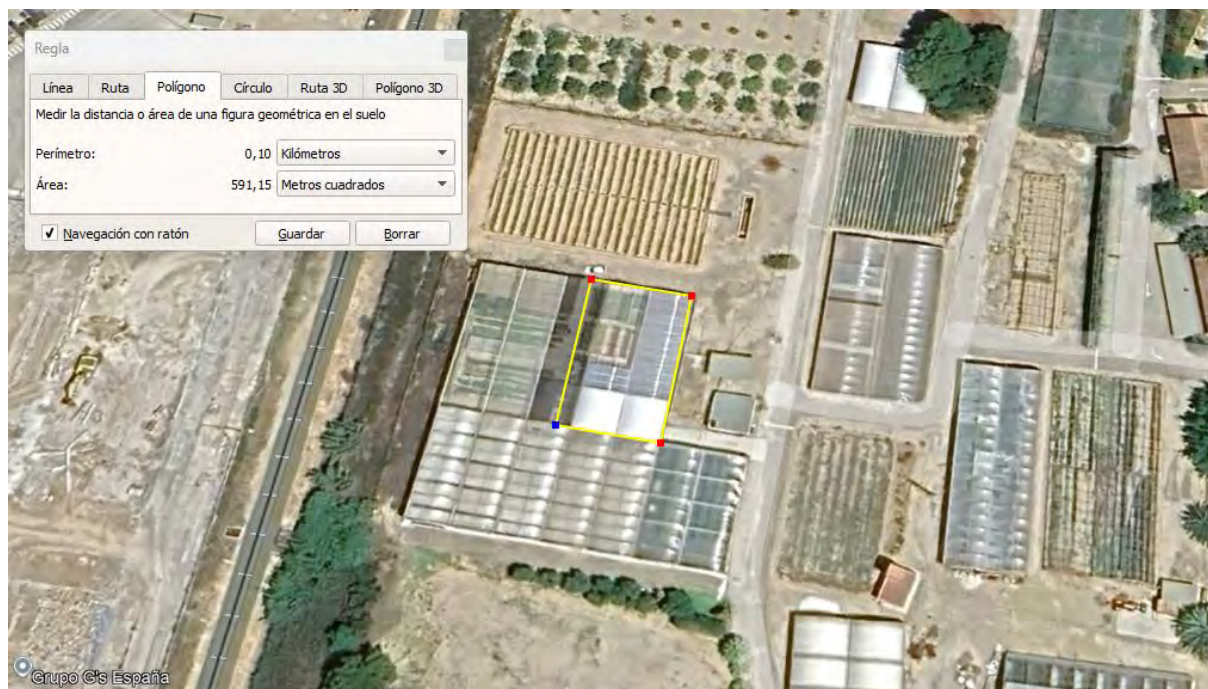


Imagen 2. Ubicación de la parcela donde se encuentran las dos plantas de acuaponía.

Cada planta consta de los siguientes elementos:

Planta 1

- Tanque redondo de peces (Imagen 3)
- Filtro
- 1 Sistema agua profunda, planchas de corcho de cama flotante
- 1 sistema de NFT, 4 canales horizontales con corriente continua de agua (Imagen 4)
- 1 sistema NFT1 Sistema de 8 macetas con sustrato de arlita





Imagen 3. Tanque redondo para cría de peces



Imagen 4. Sistema de NFT, canales horizontales con corriente continua de agua



Planta 2

12 Tanques para cría de Tilapia (imagen 5)

Filtro (imagen 5)

2 mesas de sistema de agua profunda, en placas de corcho flotantes. Estas mesas se readaptaron para incrementar la capacidad del nivel de agua, y se les renovó las planchas de corcho (poliestireno) que permite el sustento de las plantas

1 mesa con sustrato de arlita

1 sistema de gradas verticales con capacidad para 600 plantas

Sistema de gradas horizontales (NFT) en tubo de pvc, con capacidad para 735 plantas

Sistema de gradas horizontales (NFT) suministradas por auxprotec, empresa especialidad en cultivo hidropónico, con capacidad para 5500 plantas, dispuestas y distribuidas de diferentes modos: pirámides (imagen 6), muro vertical (Imagen 7).

Sistema de canales NFT en V.



Imagen 5. Tanques de cría de tilapia (izq.) y filtro biológico (drcha.)





Imagen 6. Pirámides, sistema canales NFT.



Imagen 7. Muro, sistema vertical canales NFT



2.3. Sistema demostrativo de acuicultura

Se ha continuado con la misma metodología que en anualidades anteriores, y que se describe en la memoria inicial de este proyecto. Para la cría se ha seguido utilizando pienso especial para alimentación de tilapia, que viene adaptado según la fase de crecimiento en la que se encuentren los peces. Se adquirió pienso especial para tilapia de varios tipos, ajustado en granulometría y composición a la edad y tamaño de los peces. El pienso se ha sido suministrado a través de comederos automáticos, ajustando la dosis según las tablas de alimentación establecidas.

Durante toda la anualidad las labores de mantenimiento para el correcto funcionamiento de la planta de acuaponía fueron continuas, especialmente aquellas tareas inherentes al cuidado de peces, ya que cualquier fallo (eléctrico, atranque, rotura,...) puede desembocar en una parada del sistema, de recirculación de agua y muerte rápida de los peces. Todos los días se supervisaba la planta controlando que estuviera todo bien.

2.4. Sistema demostrativo de hidroponía

Se desarrolló en 4 sistemas distintos: canales horizontales (NFT), gradas verticales, mesa de agua y mesa con sustrato de arlita. Gran parte del sistema de canales horizontales (NFT) se instaló en la anterior anualidad procedente un un sistema comercializable por la empresa Auxprotec para fines de cultivo hidropónico. Se instaló en diferentes densidades, de manera que permite evaluar plantas en distintos rendimientos de superficie y luminosidad. También se cuenta con un sistema NFT de mayor dimensión con cultivo de Pitaya.

Se llevaron a cabo las siguientes fases en el cultivo hidropónico:

- Cultivo y evaluación de Pitaya en sistema NFT integrado en acuaponía (imagen 8). Este cultivo se desarrolló bajo malla y en una superficie de 45 m²
- Evaluación y selección de especies de plantas condimentarias y aromáticas en distintos sistemas hidropónicos y en diferentes densidades de plantación, en un ciclo de cultivo
- Evaluación y selección de variedades de lechuga en distintos sistemas hidropónicos y en diferentes densidades de plantación, en 2 ciclos de cultivo. En la tabla 1 se indican los genotipos evaluados.
- Evaluación y selección de otras especies en distintos sistemas hidropónicos y en diferentes densidades de plantación





Imagen 8. Implantación cultivo pitaya en sistema hidropónico

Tabla 1. Variedades de lechuga utilizadas.

VARIEDAD/GENOTIPO	CASA SEMILLAS
Multi leaf verde 122	Syngenta
Little gem	Syngenta
Multi leaf verde Crispy	Syngenta
Multi leaf trocadero verde	Syngenta
Minicos Roja	Syngenta
Multi leaf trocadero roja	Syngenta
Minicos verde	Syngenta



Miulti Leaf Roja 120	Syngenta
Crispenza	Enza Zaden
Skilton	Enza Zaden
Ezbourne	Enza Zaden
Eztreme	Enza Zaden
Ezflor	Enza Zaden
Rosalyn	Enza Zaden

2.4.1. Evaluación y selección lechuga

En el marco de la selección y evaluación de variedades de lechuga adaptadas al cultivo en hidroponía, se diseñó un ensayo donde se cultivaron las mismas variedades bajo condiciones de luz diferentes. Parar ello se eligieron 3 niveles de altura en la zona de las pirámides (imagen 9), de modo que en cada nivel (altura), las plantas reciben más o menos luz, por el efecto del sombreo. Los tres niveles fueron A (máxima iluminación, nivel superior), B (nivel intermedio) y C (nivel inferior, máximo sombreo). Se preseleccionaron 14 variedades de lechuga diferentes, de las cuales, finalmente se seleccionaron 2, Multi leaf trocadero verde y Multi leaf trocadero roja.

Para que tuvieran la misma orientación solar, se decidió usar solamente los laterales derechos de las pirámides, y con una aplicación de teléfono móvil que mide la luz (Medidor de luz, Coolexp) se comprobó la diferencia en cuanto a la intensidad de la luz.



Imagen 9. Pirámide con sistema de hidroponía NFT, y distintos niveles (alturas) de cultivo y condiciones de luz.



2.5. Parámetros evaluados y controles realizados.

Respecto a la cría de peces, mensualmente se han ido tomando datos biométricos de los peces (peso) y de calidad del agua en cada uno de los tanques de cría. También se han ido seleccionando y sexando individuos reproductores, de los cuales se han ido obteniendo huevos fecundados para continuar con el ciclo completo de producción.

Respecto al cultivo hidropónico de plantas, se han ido midiendo diferentes parámetros agronómicos y de calidad exigibles dentro de los estándares comerciales, como duración ciclo cultivo, presencia de plagas y enfermedades, dimensiones de tamaño y peso, espigado en lechuga, calidad de frutos.

En el caso concreto de lechuga, se tomaron datos de 48 lechugas de cada variedad; se cuenta con 3 niveles de altura (A, B y C), 2 zonas de cada variedad por nivel y 2 pirámides, lo que resulta en un total de 12 zonas de cada variedad. En cada zona se plantaron 5 lechugas de las cuales se utilizaron 4 de cada zona, resultando en 48 plantas de cada variedad para la toma de datos.

En cuanto a los parámetros a medir, se tomaron datos sobre el diámetro, el peso y el espigado. También se midió la iluminación y la composición nutricional del agua.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Evaluación de cría de peces

Al igual que en otras anualidades, la reproducción de peces fue exitosa. Un tanque estuvo dedicado al mantenimiento de tilapias reproductoras (machos y hembras). Se llevaron a cabo las labores propias de extracción de huevos, para ponerlos en la incubadora (imagen 10). Una vez eclosionados, los alevines se trasladaron a la zona de vivero (imagen 11), donde fueron cuidados hasta su traslado a tanques de crianza.



Imagen 10. Incubadora con huevos fecundados de tilapia





Imagen 11. Alevines de tilapia en el vivero

Durante el periodo de desarrollo de la Operación, se fue calculando el peso medio de peces y la biomasa total en cada tanque. Para ello se tomaban 10 peces de cada tanque y se pesaban en una balanza (imagen 12). Con los datos obtenidos de cada tanque se ajustaba la dosis y cantidad de comida de acuerdo a las necesidades.

Los datos medios obtenidos se compararon con los datos teóricos de crecimiento de tilapias en condiciones de acuicultura, resultando unos valores similares a los teóricos (gráfico 1). En la anualidad anterior se obtuvieron también datos similares en la época de verano, pero no así en invierno, donde el crecimiento fue más lento del teórico, probablemente por la temperatura más fría del agua de los tanques.





Imagen 12. Labores de pesado de tilapias.



Gráfico 1. Evolución del desarrollo de las tilapias (peso) a lo largo del periodo de ejecución de la operación (julio-diciembre 2024), y comparación con el crecimiento teórico (curva patrón)



3.2. Cultivo hidropónico

3.2.1. Evaluación de lechugas

Se evaluaron 14 variedades de lechuga, los citados en la tabla 1. En el sistema NFT todos mostraron una buena aptitud cuando se situaron a plena luz y al marco de plantación de tresbolillo, ocupando sólo la mitad de los huecos de cultivo. En general las variedades de tipo rojo mostraron mayor sensibilidad a infección por oidio.

Como se describe en la metodología del ensayo, de las 14 variedades preseleccionadas, se eligieron dos para su evaluación completa bajo tres condiciones de luz diferentes. Este ensayo se llevó a cabo en la zona de NFT escalonadas en pirámides (imagen 13) y formó parte de un trabajo de investigación de una alumna de 2º curso de bachillerato de investigación, en el marco de colaboración entre el CIFEA y el IES Luis Manzanares de Torre-Pacheco. Para verificar la diferencia de luz en los distintos niveles de cultivo, ésta se medió con un luxómetro. Los datos representados en modo gráfico se muestran en la gráfica 2.



Imagen 13. Sistema de hidroponía NFT en vertical, en un diseño en pirámides



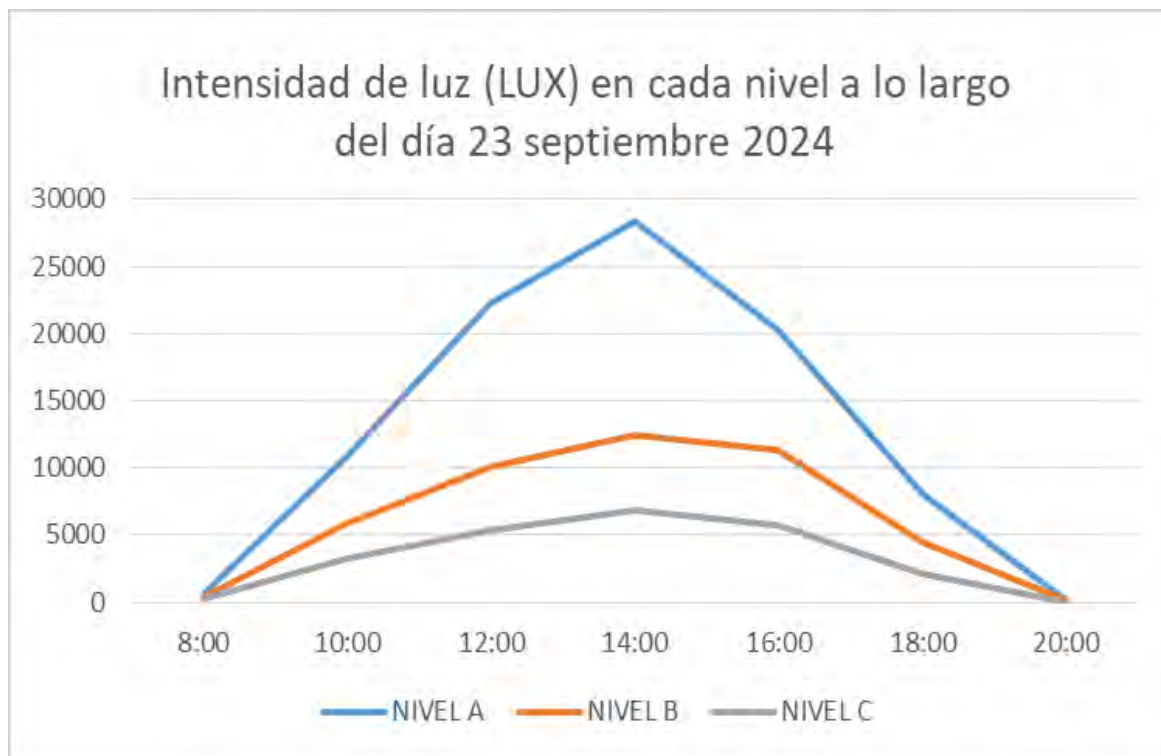


Gráfico 2. Iluminación a lo largo de un día recibida en tres niveles de altura diferente (alto, A; medio, B; y bajo, C) en un sistema de cultivo hidropónico NFT de diseño vertical.

Las dos variedades ensayadas bajo distintas exposiciones de luz fueron *Multi leaf verde 122* y *Multi Leaf Roja 120*, ambas variedades de la empresa de semillas Syngenta. Al final del cultivo, se cosecharon y se tomó el vamor del peso y el diámetro. El espigado no se consideró, pues se tuvieron que recolectar 1 semana más tarde de su momento idóneo y los valres no eran representativos. Como se aprecia en los datos medios obtenidos (Tabla 2), los mayores valores de peso y diámetro los mostraron las plantas cultivadas en el nivel superior (nivel A) y expuestas a mayor cantidad de luz. Y los valores más bajos de peso y diámetro se obtuvieron en las plantas más sometidas a sombrero (nivel C). Estos datos también se representan en los gráficos 3 y 4. También se observó que las plantas sometidas a menos luz presentaron mayor afección por el hongo oidio.

Este comportamiento agronómico evaluado en las dos variedades de lechuga, *Multi leaf verde 122* y *Multi Leaf Roja 120*, también fue observado en el resto de variedades de lechuga, que fueron cultivadas bajo las mismas condiciones y en dos ciclos de cultivo. Por lo tanto se deduce que entre las variedades ensayadas, ninguna se mostró adecuada para su cultivo en condiciones de luz inferiores a la máxima recibida en condiciones sin sombrero.



Tabla 2. Datos medios de peso y diámetro obtenidos en dos variedades de lechugas sometidas a distintas intensidades de luz. (A, máximo de luz. C, máximo sobreo. B, condiciones intermedias entre A y C)

VARIEDAD	NIVEL	PESO medio	DIÁMETRO medio
Multi leaf Verde	A	186,9	20,3
	B	125,3	17,3
	C	92,8	14,8
Multi leaf Roja	A	224,7	18,5
	B	122,5	15
	C	84,1	14,4

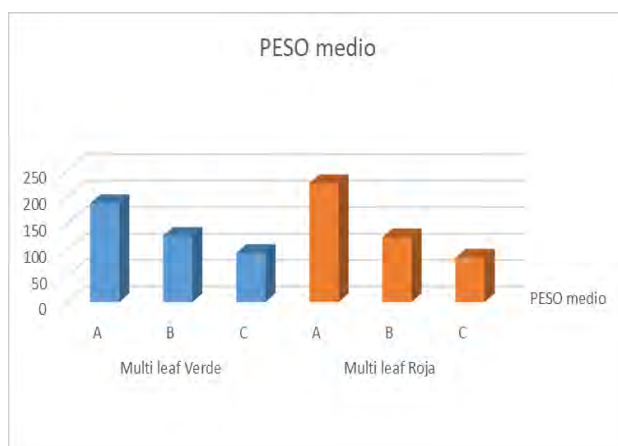


Gráfico 3. Valores medios de peso obtenidos en dos variedades de lechuga cultivadas en distintos escenarios de luz

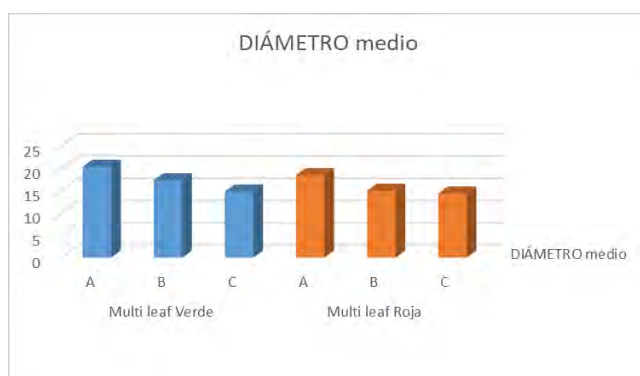


Gráfico 4. Valores medios de diámetro obtenidos en dos variedades de lechuga cultivadas en distintos escenarios de luz



3.2.2. Evaluación otros cultivos

Se evaluaron otras especies y variedades en todos los sistemas hidropónicos de la planta de acuaponía. Los mejores resultados, que cumplieron con los estándares comerciales fueron los indicados en la tabla 3.

Tabla 3. Especies cultivadas en la planta de acuaponía y su resultado agronómico

ESPECIE	MESA AGUA	MESA ARLITA	CANAL NFT	OBSERVACIONES
Apio	Óptimo	Óptimo	Deficiente	Imagen 14
Coliflor	Deficiente	Óptimo	No evaluado	Imagen 15
Cebollino	Óptimo	Óptimo	Deficiente	
Perejil	Óptimo	Óptimo	Óptimo	
Melón	Deficiente	Óptimo	No evaluado	
Brócoli	Deficiente	Óptimo	No evaluado	
Cilantro	Óptimo	Óptimo	Óptimo	
Albahaca	Óptimo	Óptimo	Óptimo	
Mentha	Óptimo	Óptimo	Óptimo	
Orégano	Óptimo	Óptimo	Deficiente	
Pimiento	Deficiente	Deficiente	Deficiente	
Pitaya	No evaluado	No evaluado	Óptimo	Imágenes 16 y 17





Imagen 14. Evaluación cultivo apio



Imagen 15. Evaluación cultivo coliflor





Imagen 16. Cultivo de pitaya en sistema NFT



Imagen 17. Flor de pitaya del cultivo de la planta de acuponía



4. CONCLUSIÓN.

En la anualidad de 2024, donde se ha continuado con la demostración del sistema de acuaponía, se sigue confirmando como una técnica sostenible y eficaz para la producción conjunta de peces y plantas.

Respecto a la cría de tilapias, se ha continuado cría y engorde desde el autoabastecimiento de peces, consiguiendo rendimientos productivos similares a los esperables comercialmente.

Respecto al cultivo de plantas, se ha demostrado que varias especies cultivadas se adaptan muy bien a los sistemas hidropónicos ligados a la acuaponía. Sin embargo, el resultado de cultivar lechugas en altas densidades, utilizando sistemas de cultivo vertical, no ha mostrado un buen resultado debido a la deficiencia de luz que se genera por el sombreado. Sería interesante evaluar otras especies y su adaptación a sistemas hidropónicos de alta densidad.

5. ACTIVIDADES DE DEMOSTRACIÓN. (O-33)

Las actividades de demostración han consistido en su mayoría en visitas presenciales de personas interesadas en el sistema de acuaponía. Durante el periodo de desarrollo de la operación se han recibido multitud de visitas por parte de agricultores, docentes, técnicos (imágenes 18, 19 y 20)

Actuación de divulgación previstas	Prevista SI/NO	Realizada SI/No	Nº actividades	Justificación, observaciones
Jornada técnica, seminario, congreso, reunión técnica	No	No		
Publicación en la web SFTT	Si	Si		
Publicación libro, folletos, trípticos	No	No		
Realización de video, radio o TV	No	No		
Visitas de profesionales y otros	Si	Si		





Imagen 18. Visita a la planta de acuaponía en 2024 por parte de personal docente



Imagen 19. Visita a la planta de acuaponía en 2024 por parte de agricultores





Imagen 20. Visita a la planta de acuaponía en 2024 por parte de personal técnico



6. PERSONAS BENEFICIADAS (R-1)

	Nº personas beneficiadas
Visitas web (a fecha de 12/06/2026)	44
Jornada presencial	
Webinar	
Libro, trípticos, otros	
Descargas memorias	
Visitas videos y otros	
Visitas parcela demostrativa	84
TOTAL	

7. BIBLIOGRAFIA, PROYECTOS INVESTIGACIÓN, OTROS.

En el marco de colaboración entre el CIFEA de Torre-Pacheco y el Instituto de Enseñanza Secundaria Luis Manzanares, se llevó a cabo la fase experimental del siguiente proyecto de investigación de bachillerato:

Título: *Efecto de la luz solar en cultivos acuapónicos. Cómo afecta la intensidad de la luz solar al crecimiento de lechugas en sistemas NFT.*

Autora: Paula Roca Olmo, alumna del IES Luis Manzanares

Tutor: Miguel Ángel Ruano, profesor de Biología del IES Luis Manzanares

